

УДК 528.48:004.451.52:711

к.т.н., доцент Патракеєв І.М.,
patr@ukr.net, ORCID: 0000-0002-0448-8790,к.т.н., доцент Зіборов В.В.,
ziborov @ukr.net, ORCID: 0000-0003-4397-1782,

Київський національний університет будівництва і архітектури

СТРУКТУРА ТА ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ КАТАЛОГУ МЕТАДАНИХ ПЕРВИННИХ ПОКАЗНИКІВ МЕТАБОЛІЗМУ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

Визначені основні принципи побудови каталогу метаданих первинних показників метаболізму міського середовища як класів об'єктів просторової бази даних. Подано класифікацію та описано структуру первинних показників. Показано фрагмент каталогу метаданих первинних показників метаболізму міського середовища в нотаціях мови моделювання UML.

Ключові слова: метаданні, база геопросторових даних, метаболізм міського середовища, каталог класів об'єктів, геоінформаційний моніторинг.

Вступ і постановка задачі. Відповідно до "Стратегії розвитку інформаційного суспільства України", схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України № 386 від 15 травня 2013 року, визначені етапи і механізми реалізації Стратегії з урахуванням сучасних тенденцій та особливостей розвитку України на перспективу до 2020 року. Поданий до Верховної Ради проект "Стратегія сталого розвитку України до 2030 року" № 9015 від 07 серпня 2018 року на сьогодні є основою для впровадження інноваційних перетворень у напрямі розвитку міст в Україні відповідно до Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом [1, 2, 4].

Сьогодні Європейське агентство з навколишнього середовища (ЄАНС) широко застосовує концепцію метаболізму міського середовища (МС) для аналізу і оцінки впливу містобудівних систем на навколишнє середовище. Крім того, ЄАНС приділяє багато уваги процесам урбанізації міст в Європі для визначення взаємозв'язків та взаємовпливів між адміністративними районами, кадастровими зонами міст, а також між міськими та сільськими районами. Як висловив декан Архітектурної Академії Мендрізіо (Швейцарія), керівник студії *Architectural Systems Office* та експерт в галузі містобудування Хосе Асебільо: "Наслідки поганого метаболізму міста — низька якість життя його мешканців". Метаболізм МС на сьогодні є методологічною основою аналізу потоків енергії, речовини та інформації, які пов'язані з виробництвом та споживанням в великих і малих містах України [3].

Основними вимогами до змісту та структуризації інформаційного забезпечення оцінки метаболізму МС є:

- первинні показники повинні містити інформацію про споживання щоб оцінити узагальнені вимоги до джерел і до споживачів матеріально-енергетичних потоків, які обумовлені міськими потребами. Це вимагає системного підходу, аналогічного при аналізі життєвого циклу;
- структура первинних показників метаболізму МС повинна охоплювати всі види метаболічних потоків, які споживаються в міських районах, і описувати їх в умовах полімасштабності;
- структура первинних показників повинна забезпечувати порівнянність результатів оцінки метаболічних процесів з результатами, отриманими ЄАНС;
- якість локальних даних може значно відрізнятися, тому потрібно забезпечити високу прозорість даних з точки зору джерел отримання даних і методології їх оцінки;
- первинні показники метаболізму МС повинні описувати, з одного боку, взаємозв'язок між матеріально-енергетичними та інформаційними потоками в середині містобудівної системи, структурою містобудівної системи і якістю життя населення. З іншого боку, мати можливість визначати вплив матеріально-енергетичних та інформаційних потоків на навколишнє середовище, що пов'язані з процесами урбанізації.

Розглядаючи метаболізм МС як системну основу для реалізації стратегії Європейського агентства з навколишнього середовища — *IUM* (комплексного міського моніторингу), необхідно розробити систему класифікації та кодування первинних показників, встановити опис первинних показників метаболізму як об'єктів в об'єктно-орієнтованій просторовій базі даних (ООПБД), встановити властивості з визначенням їх кодів, а також правил цифрового опису первинних показників метаболізму МС.

В статті запропоновано структуру Каталогу метаданих первинних показників метаболічних трансформацій в МС. Цей Каталог розроблено згідно методології комплексу міжнародних стандартів ISO 19100 — Географічна інформація/геоматика та положень ДСТУ ISO 19101 — Еталонна модель географічної інформації [5].

Виклад основного матеріалу. Визначемо підсистеми МС, які з функціональної точки зору мають найбільше значення для комфортного проживання на міській території [3]:

- транспортна підсистема пов'язана з переміщеннями в місті і умовами переміщень в рамках особливостей просторової організації міста. Вона забезпечує мобільність населення, характеризується кількістю споживаної

енергії і кількістю вироблених відходів (наприклад, обсяги емісії CO_2 від транспортних засобів та інших видів забруднення).

– підсистема міського господарства повинна забезпечити комфорт проживання на міській території та оперативно вирішувати завдання інженерного забезпечення життєдіяльності населення відповідно до економічних умов і потреб міської території. Підсистема характеризується, головним чином, кількістю спожитої енергії, матеріальних ресурсів та відходів.

– культурна, соціально-економічна підсистема характеризується кількістю валового внутрішнього продукту, виробленого як промисловістю так і сферою надання послуг міста, кількістю робочих місць, кількістю студентів, кількістю спожитої енергії, кількістю матеріальних ресурсів спожитих промисловими підприємствами міста, загальної сумою податків на душу населення тощо.

Електронний Каталог метаданих первинних показників (ПП) метаболізму МС призначено для формування класифікаторів і правил цифрового опису ПП. Ці показники повинні характеризувати речовино-енергетичні та інформаційні потоки між МС та довідкам в форматах обміну цифровими даними в ООБД моніторингу метаболізму МС [6, 7, 8].

Метою створення і застосування Каталогу метаданих ПП метаболічних трансформацій МС є підвищення якості та ефективності використання гетерогенних даних на етапах створення, супроводження та використання ООБД моніторингу метаболізму МС з застосуванням геоінформаційних технологій. Електронний Каталог складає інформаційну основу для класифікації та кодування даних і доменів значень атрибутів.

Основним рівнем класифікації в Каталогі метаданих ООБД геоінформаційного моніторингу метаболізму МС є клас об'єктів (*feature class*) первинних показників (ОПП). Ці показники характеризують повні потоки спожитих ресурсів, негентропійні потоки, потоки втрат для кожної з розглянутих вище підсистем МС. Кожен клас ОПП ідентифіковано назвою та описом на природній мові. Кожен ОПП ідентифіковано літерно-цифровим кодом, який є унікальним в межах Каталогу, та має набір синонімів.

Перелік основних груп Каталогу метаданих ПП споживання речовино-енергетичних та інформаційних ресурсів в МС подано в табл. 1. Кожна група об'єктів ПП характеризується кодом, що складається з коду каталогу класів об'єктів просторової об'єктно-орієнтованої бази даних та двозначного цифрового коду групи в Каталогі. Код класу об'єктів ПП складається з коду групи та двозначного цифрового коду класу в групі показників, та є унікальним в межах Каталогу метаданих. Кожен клас має унікальний літерно-цифровий ідентифікатор.

Таблиця 1

Перелік основних груп об'єктів Каталогу метаданих первинних показників споживання речовино-енергетичних та інформаційних ресурсів в міському середовищі

Код групи ОПП	Групи об'єктів первинних показників
1	2
01	<i>Група об'єктів первинних показників, які характеризують повний матеріально-енергетичний та інформаційний потік споживання в міському середовищі (потенційна можливість міського середовища)</i>
01 01	Підгрупа об'єктів первинних показників, які характеризують потенційні можливості підсистеми міське господарство
01 02	Підгрупа об'єктів первинних показників, які характеризують потенційні можливості транспортної підсистеми
01 02	Підгрупа об'єктів первинних показників, які характеризують потенційні можливості соціально-економічної підсистеми
02	<i>Група об'єктів первинних показників, які характеризують потік вільної енергії (реальні можливості міського середовища)</i>
02 01	Підгрупа об'єктів первинних показників, які характеризують реальні можливості підсистеми міське господарство
02 02	Підгрупа об'єктів первинних показників, які характеризують реальні можливості транспортної підсистеми
02 03	Підгрупа об'єктів первинних показників, які характеризують реальні можливості соціально-економічної підсистеми
03	<i>Група об'єктів первинних показників, які характеризують потік енергії втрат (втрачені можливості міського середовища)</i>
03 01	Підгрупа об'єктів первинних показників, які характеризують втрачені можливості підсистеми міське господарство
03 02	Підгрупа об'єктів первинних показників, які характеризують втрачені можливості транспортної підсистеми
03 03	Підгрупа об'єктів первинних показників, які характеризують втрачені можливості соціально-економічної підсистеми

Приклад подання класів об'єктів ПП з відповідними ідентифікаторами, кодами та порядковими номерами наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Приклад подання класів об'єктів первинних показників, які характеризують потенційні, реальні та втрачені можливості міського середовища

Код	Об'єктний склад	Ідентифікатор класу
1	2	3
01	Група об'єктів, які характеризують повний речовинно-енергетичний потік споживання (потенційні можливості)	
01 01	Підгрупа "Міське господарство"	
01 01 01	Водоспоживання в житлових будівлях	<i>WaterConsumpGytlBud</i>
01 01 02	Витрати енергії на опалення житлових будівель	<i>EnerHeatConsumpGytlBud</i>
01 01 03	Споживання електроенергії в житлових будівлях	<i>ElectrConsumpGytlBud</i>
01 01 04	Щільність населення	<i>DensityPopul</i>
01 01 05	Кількість населення	<i>NumberPopul</i>
01 01 06	Загальна чисельність житлових приміщень на території міста	<i>NumberOfResidentCity</i>
01 02	Підгрупа "Транспортна підсистема"	
01 02 01	Кількість автотранспортних засобів міст	<i>MotorVehiclesCity</i>
01 02 02	Щільність вулично-дорожньої мережі	<i>DensityNetworkCity</i>
01 02 03	Споживання енергії приватним автотранспортом	<i>EnerConsumpTransPriv</i>
01 02 04	Споживання енергії громадським транспортом	<i>EnerConsumpTransPub</i>
01 03	Підгрупа "Соціально-економічна підсистема"	
01 03 01	Питоме водоспоживання підприємствами міста	<i>WaterConsumpIndustrial</i>
01 03 02	Загальна площа промислового призначення на території міста	<i>AreaIndustrialCity</i>
01 03 03	Споживання енергії промисловими підприємствами міста	<i>EnerConsumpIndustrial</i>
02	Група об'єктів, які характеризують потік вільної енергії (реальні можливості)	
02 01	Підгрупа "Міське господарство"	
02 01 01	Площа природних територій міста під особливою охороною	<i>AreaTerSpecialProtection</i>
02 01 02	Площа зелених насаджень міста	<i>GreenAreaCity</i>
02 01 03	Частка перероблюваних муніципальних відходів	<i>RecycledMunicWaste</i>
02 01 04	Використання відновлювальних джерел енергії	<i>RenewableEnergy</i>
02 02	Підгрупа "Транспортна підсистема"	
02 02 01	Інтенсивність транспортного потоку	<i>IntensityTrafficFlow</i>
02 02 02	Середній пробіг приватного автотранспорту за рік	<i>AverageKm</i>
02 02 03	Загальна протяжність мережі всіх видів громадського транспорту в місті	<i>LengthNetPub</i>
02 02 04	Частка використання безвуглецевого транспорту ("зелений транспорт")	<i>CarbonFreeTransport</i>
02 03	Підгрупа "Соціально-економічна підсистема"	
02 03 01	Валовий внутрішній продукт	<i>GrossDomesticProduct</i>
02 03 02	Кількість місць додатка праці	<i>WorkingPlaces</i>
02 03 03	Очікуєма тривалість здорового життя	<i>QualityHealthy</i>
02 03 04	Частка перероблюваних промислових відходи	<i>IndustrialWasteRecyc</i>
03	Група об'єктів, які характеризують потік енергетичних втрат (втрачені можливості)	

1	2	3
03 01	Підгрупа "Міське господарство"	
03 01 01	"Екраноземи " та запечатані ґрунти	<i>SealedSoil</i>
03 01 02	Кількість муніципальних побутових відходів	<i>MunicWaste</i>
03 01 03	Обсяги емісії CO_2 , які вироблено внаслідок опалення житлових будівель	<i>EmissionCO₂HeatBud</i>
03 01 04	Обсяги емісії NO_x , які вироблено внаслідок опалення житлових будівель	<i>EmissionNO_xHeatBud</i>
03 01 05	Обсяги емісії CO_2 , яка отримана внаслідок виробництва електроенергії	<i>EmissionCO₂GenerElec</i>
03 01 06	Обсяги емісії CO_2 , які вироблено внаслідок складування твердих побутових відходів	<i>EmissionCO₂MunicWaste</i>
03 02	Підгрупа "Транспортна підсистема"	
03 02 01	Обсяги емісії CO_2 , які вироблено приватним транспортом	<i>EmissionCO₂TransPriv</i>
03 02 02	Обсяги емісії азоту NO_x , які вироблено приватним транспортом	<i>Emission NO_xTransPriv</i>
03 02 03	Обсяги емісії CO_2 , які вироблено громадським автотранспортом	<i>EmissionCO₂TransPubl</i>
03 03	Підгрупа "Соціально-економічна підсистема"	
03 03 01	Кількість промислових відходів	<i>IndustrialWaste</i>
03 03 02	Обсяги емісії CO_2 , які вироблено промисловими підприємствами міста	<i>EmissionCO₂IndustWast</i>
03 03 03	Обсяги емісії NO_x , які вироблено промисловими підприємствами міста	<i>Emission NO_xIndustWast</i>

В Каталогі метаданих ОПП, які характеризують потенційні, реальні та втрачені можливості МС, класифікуються групи та типи об'єктів ПП, атрибути об'єктів, їх значення, а також асоціації об'єктів відповідно до загальної принципової схеми ISO 19110.

Опис кожного типу містить *UML*–діаграму та опис таблиць, в яких вказано [2]:

- назву групи об'єкта показника;
- назву типу об'єкта показника;
- визначення типу об'єкта показника;
- ідентифікатор типу об'єкта показника;
- код типу об'єкта показника;
- опис атрибутів об'єкта показника за їх назвами, визначеннями, ідентифікаторами, кодами, типами даних, статусом і доменами значень;
- опис асоціацій об'єкта показника певного типу з просторовими об'єктами інших типів.

Схема в нотаціях *UML*–діаграм вказує як клас об'єктів ПП (наприклад, клас *ID_EmissionCO₂HeatBud*) є підкласом суперкласів *ПМГ_Object* та

ПМГ_Object_Atribut. Ці суперкласи введено для узагальнення опису метаданих відповідно для атрибутивної складової в ООПБД.

Назва групи, назва класу об'єкта показника, код класу об'єкта показника та його ідентифікатор подано відповідно до таблиці 1. Приклад опису об'єкта ПП "Обсяги емісії CO₂ внаслідок опалення житлових будівель" з Каталогу метаданих за єдиною структурою подано на рис. 1, 2.

Назва групи	Група первинних показників які характеризують потік енергії втрат (втрачена можливість системи)		
Назва підгрупи	Підсистема міське господарство (ПМГ)		
Назва класу	Обсяги емісії CO ₂ , які вироблено внаслідок опалення житлових будівель		
Ідентифікатор класу	EmissionCO ₂ HeatBud		
Код класу	03 01 03	Код за Кл ГПП	
Визначення	Характеризує використання енергоресурсів в житлово-комунальному секторі муніципального господарства та кількість вироблених парникових газів для оцінювання скорочення викидів парникових газів в результаті санації будівель		

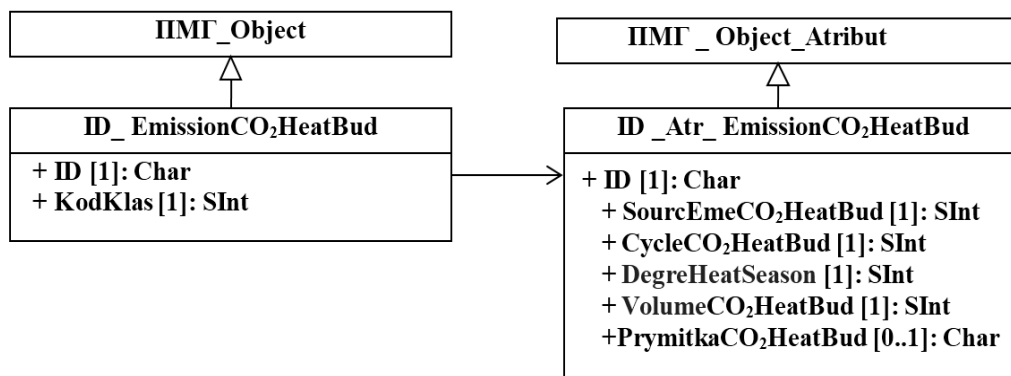


Рис. 1. Характеристика первинного показника *EmissionCO₂HeatBud* в Каталозі

Для кожного атрибуту подаються такі його елементи:

- ідентифікатор (наприклад: *EmissionCO₂HeatBud*);
- повна назва об'єкта ПП (наприклад: *Обсяги емісії CO₂, які вироблено внаслідок опалення житлових будівель*);
- характеристика об'єкта ПП (наприклад: *Характеризує використання енергоресурсів в житлово-комунальному секторі муніципального господарства*);
- тип даних атрибуту;
- статус атрибуту;
- код атрибуту, утворений від коду групи, порядкового номеру типу в групі та номеру атрибуту в класі (наприклад: 03 01 03 01);

KodKlas	Код класу інформаційного об'єкта за Каталогом				
Визначення	Код класу інформаційного об'єкта				
Тип даних	Int	Статус	Основний	Код	03 01 03 01
Домен	Значення коду класу "Обсяги емісії CO ₂ , які вироблено внаслідок опалення житлових будівель" в Каталозі			Одиниця виміру	-
ID	Ідентифікатор інформаційного об'єкта				
Визначення	Унікальний 16-ти символний ідентифікатор екземпляру класу інформаційного об'єкта				
Тип даних	Char (16)	Статус	Основний	Код	03 01 03 02
Домен	16-ти символний системний ідентифікатор			Одиниця виміру	-
SourcEmeCO₂HeatBud	Код джерела викидів CO ₂				
Визначення	Вид джерел викидів				
Тип даних	Sint	Статус	Основний	Код	03 01 03 03
Домен	Код виду майнового комплексу який зумовлює антропогенні викидів парникових газів за класифікатором з кодом 03 01 03 03			Одиниця виміру	-
CycleCO₂HeatBud	Код періодичності надходження парникових газів в наслідок опалення будівель				
Визначення	Характеризує конкретний період часу безпосереднього чи опосередкованого впливу людини на довкілля				
Тип даних	Sint	Статус	Основний	Код	03 01 03 04
Домен	Значення яке визначає періодичність надходження парникових газів або їх прекурсорів в атмосферу над територіальним об'єктом відповідно з кодом 03 01 03 04			Одиниця виміру	
DegreHeatSeason	Кількість градусо-днів опалювального періоду				
Визначення	Визначається у відповідності до діючих нормативів внутрішньої температури в будівлях				
Тип даних	Sint	Статус	Основний	Код	03 01 03 05
Домен	Розрахункова величина, що визначається у відповідності до діючих нормативів внутрішньої температури в будівлях, середньої температури зовнішнього повітря за опалювальний період відповідно з кодом 03 01 02 05			Одиниця виміру	
VolumeCO₂HeatBud	Обсяги емісії CO ₂				
Визначення	Обсяги викидів CO ₂ які одержані внаслідок опалення житлових будівель				
Тип даних	Sint	Статус	Основний	Код	03 01 03 06
Домен	Обсяги викидів парникових газів, зумовлені споживанням тепла для опалення будинку з використанням викопного палива 03 01 02 06			Одиниця виміру	$\frac{2}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{днів} \cdot \text{рік}}$

Рис.2. Каталог атрибутів первинного показника *EmissionCO₂HeatBud*

– одиниця виміру та домен значень атрибуту, в якому вказується довірчий інтервал числових значень атрибуту або посилання на класифікатор (номінальну шкалу), що містить перелік допустимих змістовних текстових та відповідних кодових значень.

Каталог об'єктів ПП складено відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 19110:2005 Geographic information — Methodology for feature cataloguing (Географічна інформація — Методологія для каталогізації об'єктів) у частині вимог щодо формування змісту каталогу об'єктів в текстовій формі природною мовою.

Каталог класів об'єктів ПП, які характеризують потенційні, реальні та втрачені можливості МС, має стати основою для інформаційного забезпечення геоінформаційного моніторингу метаболізму МС з метою подальшого аналізу та оцінювання ефективності метаболічних трансформацій в МС.

Для кожного класу ПП в Каталогі описуються асоціації об'єктів, реєстрація яких в ООПБД визначається як "обов'язкова". Кожна асоціація має унікальний код, що утворюється як конкатенація коду класу об'єкта ПП, відношення якого описуються, та коду класу об'єкта зв'язку. Наприклад, для відношення об'єкту ПП типу "*EmissionCO₂HeatBud*" (код класу – 030103) з просторовим об'єктом "*Будівлі*" (код класу – 010206) [5] визначається асоціація з кодом 030103010206, роль споруди, в якій має назву "створює" (рис. 3).

Асоціація

Основний тип об'єкта в асоціації	Типи об'єктів зв'язку	Код асоціації	Роль основного типу в асоціації
Обсяги емісії CO ₂ , які вироблено внаслідок опалення житлових будівель <i>Номер типу:</i> <i>Код класу:</i> 030103	Будівлі <i>Номер типу:</i> <i>Код класу:</i> 010206	030103010206	створює

Рис.3. Характеристика асоціації первинного показника *EmissionCO₂HeatBu*

Розглянемо таблиці Каталогу об'єктів ПП потенційних, реальних та втрачених можливостей МС як відношення в термінах реляційної алгебри для реалізації інформаційної моделі в програмному середовищі сучасних систем СКБД (рис. 4):

1. Група об'єктів ПП, які характеризують потік енергетичних втрат (втрачені можливості підсистеми міське господарство):

EmissionCO₂HeatBud = (#ID_EmissionCO₂HeatBud, SourcEmeCO₂HeatBud, CycleCO₂HeatBud, DegreHeatSeason, VolumeCO₂, PrymitkaCO₂NOxHeat) відношення використовується для зберігання інформації, яка характеризує використання енергоресурсів в житлово-комунальному секторі муніципального господарства та кількість вироблених парникових газів для оцінювання скорочення викидів парникових газів в результаті санації будівель;

MunicWaste = (#ID_MunWaste, KilkMunWaste, PrymitkaMunWaste) відношення використовується для зберігання інформації, яка характеризує кількість твердих побутових відходів (ТПВ), що утворюються в житлових і громадських будівлях від населення з урахуванням урахуванням морфологічного складу ТПВ;

EmissionCO₂Waste = (#ID_EmissionCO₂, WasteEmissionCO₂, PrymitkaCO₂Waste) відношення використовується для зберігання інформації про обсяги викидів парникових газів від управління твердими побутовими відходами (ТПВ), які утворюються в житлових і громадських будівлях від населення;

2. Група об'єктів ПП, які характеризують потік вільної енергії (реальні можливості підсистеми міське господарство):

RecyclableMunicWaste = (#ID_RecWaste, RecWaste%, PrymitkaRecWaste)

відношення містить відомості про рециклінг ТПВ, які утворюються в житлових та громадській будівлях від населення, та характеризує рівень технологічного розвитку суспільства;

RenewableEnerge = (#ID_RenEnerge, RenEnerge %, PrymitkaRenEnerge)

відношення містить відомості про рівень використання відновлювальних джерел енергії та характеризує рівень технологічного розвитку суспільства;

3. Група об'єктів ПП, які характеризують повний речовинно-енергетичний потік споживання (потенційні можливості підсистеми міське господарство):

ElectrConsumpGytlBud = (#ID_ElecConsump, ConsumElectrcity, ConsumElectrcityCap, PrymitkaConElect) відношення використовується для зберігання інформації, яка характеризує споживання електроенергії для кожної будівлі в продовж певного терміну (потужність споживання), та середнє споживання електроенергії кожним мешканцем житлової будівлі;

EnerHeatConsumpGytlBud = (#ID_HeatConsump, ConsumGasHeating, ConsumOilHeating, ConsumCoallHeating, PrymitkaConsumHeat) відношення використовується для зберігання інформації, яка характеризує споживання енергії, яка витрачається на опалення кожної житлової будівлі в продовж певного терміну (потужність споживання) за видами використання матеріальних ресурсів на опалення;

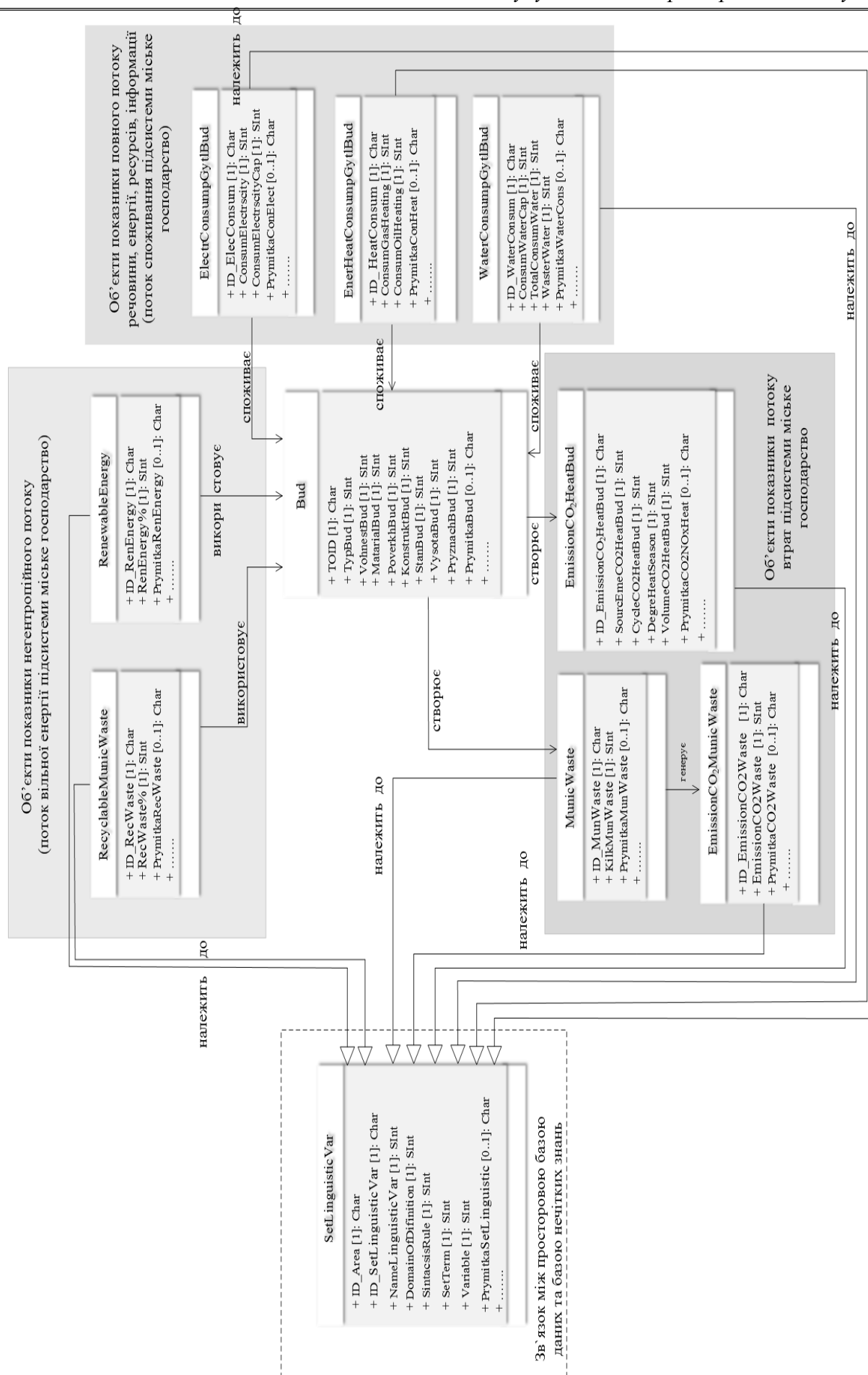


Рис. 4. Фрагмент UML діаграми каталогу об'єктів первинних показників

WaterConsumpGytlBud = (#ID_WaterConsump, ConsumWaterCap, TotalConsumWater, WasterWater, PrymitkaWaterCons) відношення використовується для зберігання інформації, яка характеризує водоспоживання та водовідведення в житлових будівлях в продовж певного терміну (потужність споживання) та середні показники водоспоживання та водовідведення на кожного мешканця житлової будівлі;

SetLinguisticVar = (#ID_Area, #ID_SetLinguisticVar, NameLinguisticVar, DomainOfDefintion, SintacsisRule, SetTerm, Variable, PrymitkaSetLinguistic) відношення використовується для забезпечення зв'язку ООПБД з базою знань на основі використання лінгвістичних змінних. База знань використовується для отримання оцінки ефективності метаболічних трансформацій в МС на основі застосування нечітких експертних знань [9].

Висновки. В статті розроблено Каталог метаданих об'єктів ПП метаболізму МС відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 19110:2005 *Geographic information — Methodology for feature cataloguing* (Географічна інформація — Методологія для каталогізації об'єктів). Складено перелік основних груп об'єктів Каталогу метаданих ПП споживання речовино-енергетичних та інформаційних ресурсів в МС. Це дозволе визначити класи об'єктів ПП, які мають характеризувати потенційні, реальні та втрачені можливості МС.

На прикладі ПП *EmissionCO₂HeatBud* наведено опис елементів Каталогу метаданих класів об'єктів ПП за єдиною структурою.

Розроблений Каталог метаданих об'єктів ПП може використовуватися як основа для реалізації стратегії Європейського агентства з навколишнього середовища IUM (комплексного міського моніторингу) для цифрового опису ПП метаболізму МС.

Література

1. Про схвалення Стратегії розвитку інформаційного суспільства України [Текст]: розпорядження Кабінету Міністрів України від 15 травня 2013 року № 386-р // Бібліотечний форум України: інформаційний журнал. – 2013, № 3. – 66 с.
2. Закон України "Про регулювання містобудівної діяльності" // Офіційний вісник України від 18.03.2011, 2011 р., № 18, стор. 131, стаття 735, код акту 55190/2011.
3. Acebillo J. LNL – La Nuova Lugano, Visioni, sfide e territorio della citta / Acebillo J., Maggi R. // *Lugano: CUP-IRE* – 2008.
4. Проект Стратегії сталого розвитку України до 2030 року та Національний план дій № 9015 від 7 серпня 2018 року.
5. Айлікова Г.В. Планувальні аспекти управління розвитком регіонів /

Г.В. Айлікова // Управління розвитком складних систем. – Київ. КНУБА, 2014. – Вип.19.

6. Дьомін М.М. Банк містобудівних даних. Прикладна інформатика в містобудуванні. [Текст]/ Містобудування. Довідник проектувальника. Видання друге, доповнене. / За загальною редакцією д-ра архіт. Т.Ф.Панченко/. – К.: Укрархбудінформ, 2006. – 192 с. Стор. 175-177.

7. Карпінський Ю.О. Стратегія формування національної інфраструктури геопросторових даних в Україні [Текст]/ Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко – К.: НДІГК, 2006.– 108с.

8. Лященко А.А. Онтологічний підхід до створення каталогу бази топографічних даних [Текст] / А.А. Лященко, Р.М. Рунець // Наук.-техн. Збірник. Вип. 54: Інженерна геодезія. – К.: КНУБА, 2008. - С. 116–123.

9. Цветков В.Я. Информационные модели и геоинформационные модели // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2016. № 3 (15). С. 114–120. DOI: 10.21777/2312-5500-2016-4-114-120.

к.т.н., доцент Патракеев И.М.,

к.т.н., доцент Зиборов В.В.,

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

СТРУКТУРА И ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ КАТАЛОГА МЕТАДАНЫХ ПЕРВИЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕТАБОЛИЗМА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Определены основные принципы построения каталога метаданных первичных показателей метаболизма городской среды как классов объектов пространственной базы данных. Представлена классификация и описана структура этих показателей. Показан фрагмент каталога метаданных первичных показателей метаболизма городской среды в нотациях языка моделирования UML.

Ключевые слова: метаданные, база геопространственных данных, метаболизм городской среды, каталог классов объектов, геоинформационный мониторинг.

Ph.D., associate Professor Igor Patrakeyev,

Ph.D., associate Professor Victor Ziborov,

Kyiv National University of Construction and Architecture

STRUCTURE AND PRINCIPLES OF BUILDING THE CATALOG OF

METADADANTS OF THE PRIMARY INDICATORS OF METABOLISM THE MUNICIPAL ENVIRONMENT

Today, the European Environment Agency widely applies the concept of urban metabolism for the analysis and assessment of the impact of urban systems on the environment. In addition, the European Agency pays much attention to urban urbanization processes in Europe to identify interconnections between administrative districts, city cadastral areas, and between urban and rural areas.

Analysis and assessment of metabolism will allow the municipal authorities to identify the main areas for improving the quality of the urban environment and improve promising programs for sustainable development of large and small cities in Ukraine. The metabolism of the urban environment is the basis of the strategy of the European Environment Agency, which is called integrated urban monitoring. According to this strategy, it is necessary to develop a system of classification and coding of primary indicators, to establish their properties with the definition of codes. It is also necessary to formulate the rules of digital description of indicators of the metabolism of the urban environment.

The article defines the basic principles of building a catalog of metadata of primary indicators of the metabolism of the urban environment. The classification is presented and the structure of the primary indicators is described. A fragment of the metadata catalog of the primary indicators of the metabolism of the urban environment is shown in the notation of the UML modeling language. On the example of the initial *EmissionCO₂HeatBud* indicator, a description of the elements of the Metadata Catalog of Objects classes in a single structure is described.

The metadata catalog of primary indicators of urban metabolism has been developed in accordance with the requirements of the international standard ISO 19110: 2005 Geographic information – Methodology for feature cataloguing. A list of the main groups of objects of the catalog of metadata for primary indicators of consumption of energy and information resources in the urban environment is made. It is permissible to define classes of primary indicators that should characterize potential, real and lost opportunities for further evaluation of the effectiveness of metabolic transformations in the urban environment.

Keywords: metadata, geospatial data base, urban environment metabolism, catalog of object classes, geoinformation monitoring.